

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

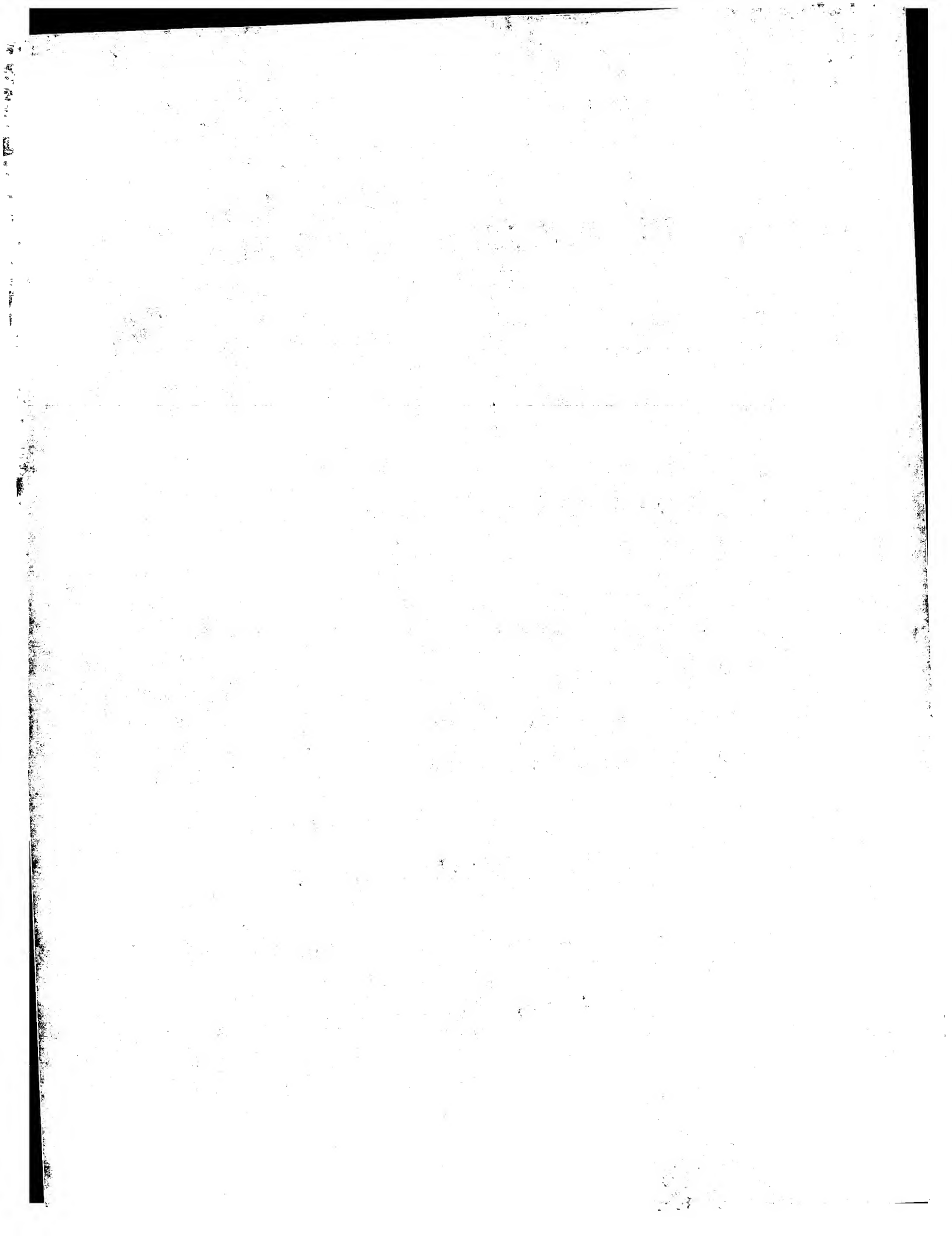
Defective images within this document are accurate representation of
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



PCT/EP 99/07340

BUNDESREPUBLIK...DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



Bescheinigung

PCT/EP 99/07340
P 7 389 PCT/EU

#5
17 Feb 02
R. Teller

REC'D 01 MAR 2000	
WIPO	PCT

Die Herren Dipl.-Phys. Dieter P a l m e und Dr.-Ing. Adalbert B a n d e m e r ,
beide in München/Deutschland, haben eine Patentanmeldung unter der
Bezeichnung

"Anordnungen zur Überwachung der Performance von DWDM
Mehrwellenlängensystemen"

am 5. Oktober 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüngli-
chen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
H 04 J 14/02 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 9. November 1999
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

flüßler

zeichen: 198 45 701.4

Seiler

Anordnungen zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängensystemen

Bei dichtgepackten WDM-Systemen (dense WDM, DWDM) werden Nachrichten über Lichtsignale bei verschiedenen Wellenlängen über nur eine Faser übertragen. Jede Wellenlänge ist Träger eines Informationssignals. Dabei liegen alle Kanäle innerhalb des Wellenlängenbereichs von zur Zeit ca. 1520 nm bis 1565 nm. Der Kanalabstand beträgt wenige Nanometer bzw. einige hundert Picometer. Von der internationalen ITU-T Arbeitsgruppe wurden dabei zur Standardisierung dieser Telekommunikationssysteme die zu verwendenden Wellenlängen (= Kanäle) mit einem Kanalabstand von 100 GHz (≈ 0.8 nm) als Standard empfohlen.

Die weitere Entwicklung dieser WDM-Systeme zielt auf die Erweiterung des nutzbaren Wellenlängenbereiches bis z. B. 1610 nm.

- 10 An vielen Stellen dieses Übertragungssystems werden Anordnungen zur laufenden Überwachung aller charakteristischer Parameter mit der Möglichkeit der Signalregeneration oder –verbesserung benötigt. Zu den wichtigsten Parametern gehören dabei die Wellenlänge und die Leistung aller Kanäle, die Überwachung der Linienbreite und der Wellenlängendrift der Laser, sowie das Signal-Rausch-Verhältnis in jedem Übertragungskanal. Typische Spezifikationsanforderungen für die Überwachung sind dabei:
- Wellenlängenmessung pro Kanal mit 0.08 nm absoluter Genauigkeit und 0.01 nm Auflösung
 - Leistungsmessung pro Kanal mit 0.5 dB absoluter Genauigkeit und 0.1 dB Auflösung
 - S/N-Messung zwischen den Kanälen mit 0.4 dB absoluter Genauigkeit, 0.1 dB Wiederholbarkeit und einer Dynamik von mindestens 33 dB
 - Zuverlässigkeit über 10^{10} Meßzyklen (ca. 20 Jahre)
 - geringe PDL (0.1 dB max.)
 - geringe Baugröße.

25 Zur Überwachung eignen sich grundsätzlich verschiedene Verfahren, die in konventionellen optischen Spektrumanalysatoren zur Anwendung kommen.



Bei der Filtertechnik werden zur Wellenlängenselektion durchstimbare schmalbandige Filter verwendet. Es kommen akustooptische Filter (z.B. Fa. Wandel & Goltermann) oder piezoelektrisch gesteuerte Mikrofilter (z.B. Fa. Queensgate) oder durchstimbare Faser-Bragg-Gitter (z.B. Fa. ElectroPhotonics Corp.) zum Einsatz, die direkt über eine elektrische Größe abstimbar sind.

5

Die Filtertechnik beschränkt sich nicht nur auf die optische Filterung, sondern sie kann auch nach einer vorausgehenden Umsetzung in elektronische Signale auf der elektrischen Signalebene erfolgen. Bei der elektronischen Filterung wird das optische Signal in einem nichtlinearen optischen Bauelement mit einem optischen Referenzsignal gemischt und die Differenzfrequenzen auf einem elektronischen Spektrenanalyser ausgewertet (Fa. Hewlett Packard).

10

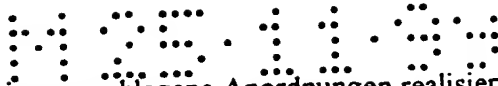
Eine weitere Variante ist die Gittermonochromatortechnik, bei dem entweder das Gitter gedreht und das räumlich aufgelöste Signalspektrum mit einer einzelnen Photodiode abgetastet wird oder das Gitter feststeht und ein scannender Ablenkspiegel vor dem Ausgangsspalt des Monochromators vorgesehen ist, bzw. ein bewegliches Reflexionselement den Einfallswinkel der Strahlung auf das Gitter ändert (z.B. Fa. Photonetics) oder es wird ein feststehendes Gitter zusammen mit einer Photodiodenzeile als Detektoreinheit (z.B. Fa. Yokogawa) verwendet.

15

Bei der Interferometertechnik wird aus dem Detektorsignal eines Michelson-Interferometers mit variablen Weglängen mit Hilfe der Fouriertransformation das Spektrum gewonnen (z.B. Fa. Hewlett Packard).

Alle erwähnten, konventionellen Anordnungen sind nicht geeignet, die hohen Anforderungen, die bezüglich Auflösung, Meßgenauigkeit, ASE-Messung und Dynamik an eine Monitoring-Baugruppe für ein DWDM-System gestellt werden, gleichzeitig und in geeigneter Weise zu erfüllen und außerdem den Forderungen nach kurzer Meßzeit, Langlebigkeit und geringem Platzbedarf sowie kostengünstiger Ausführung zu entsprechen.

25 Ziel der Erfindung ist es, ein geeignetes Meßsystem zu realisieren, welches bezüglich Auflösung, Meßgenauigkeit, ASE-Messung und Dynamik, kurzer Meßzeit, Langlebigkeit und geringem Platzbedarf sowie kostengünstiger Ausführung den Anforderungen an ein WDM-Monitorssystem genügt.



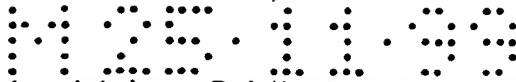
Erfindungsgemäß wird dies durch zwei vorgeschlagene Anordnungen realisiert. Zum einen wird dies anspruchsgemäß durch ein spezielles Gitter-Spektrometer mit hoher Auflösung und schneller Abtastung der Meßwerte gemäß der Anordnung nach Fig. 1 erreicht, zum anderen wird dies erfindungsgemäß erstmals durch die Entwicklung eines optoelektronischen Kreuzkorrelators in einer Anordnung nach Fig. 2 als eine rein elektronische Lösung vorgestellt.

Anordnung 1:

Spektrometer hoher Auflösung benötigen i.a. mehrere dispersive und abbildende Elemente und werden in aufwendiger Weise auf die zu detektierende Wellenlänge eingestellt.

Ein auf der Basis eines Mehrfachspektrografen basierendes System ist in Fig. 1 beispielhaft dargestellt. Das Meßlicht gelangt über eine Lichtleitfaser (1) in die das Spektrometer enthaltende Optikeinheit (10). Das nach einer bestimmten Wellenlänge selektierte Licht gelangt aus der Optikeinheit auf den Photodetektor (2). Das im Photodetektor aus dem Meßlicht gewonnene elektrische Signal wird über ein Tiefpassfilter (3) zum Signalprozessor (4) geführt. Hier erfolgt die Zuordnung der Wellenlänge, die aus dem Positionssignal (7) durch die Referenzeinheit (9) bestimmt wird und ebenfalls zum Signalprozessor (4) gelangt. Dieser Prozessor erzeugt auch die notwendigen Steuersignale für die Antriebseinheit (6) und den Gitterantrieb (8), die das wellenlängenbestimmende Element in der Optikeinheit (3) verstellt. Die im Signalprozessor errechneten charakteristischen Werte für die momentan eingestellte Wellenlänge werden in der Anzeigeeinheit (5) für den Nutzer dargestellt.

Die Aufgabe eine hohe Auflösung zu erreichen, wird durch den Aufbau eines speziellen Gitterspektrometers, in dem ein Echelle-Gitter oder ein für den zu überwachenden Wellenlängenbereich geblaztes Gitter in einer gemischten Aufstellung nach Ebert und Fastie näherungsweise in einer Littrow-Anordnung gemäß Fig. 2, erfüllt. Die Lichtwege für ein- und ausfallendes Licht sind dabei nahezu symmetrisch. Durch die Mehrfachnutzung des Gitters und des einen abbildenden Elementes, welches ebenfalls mehrfach genutzt wird, zusammen mit mehreren Strahlumlenkssystemen aus Planspiegeln oder Prismen, wird ein kompakter, stabiler, hochdispersiver und kostengünstiger Aufbau erreicht. Ein überwiegend symmetrischer Strahlengang in der optischen Einheit vermindert Abbildungsfehler, die zu einer drastischen Verschlechterung der Auflösung führen würden. Die Bewegung des Gitters zur Wellenlängenselektion kann, da nur ein Element bewegt wird, mit hoher Geschwindigkeit erfolgen. Die Nutzung nur eines Detektorelementes verhindert orts- bzw. elementabhängige Schwankungen der Empfindlichkeit.



Außerdem wird eine weitgehende Unabhängigkeit von Polarisierungseffekten ohne PDL (polarisationsabhängige Verluste) erreicht, da die Strahlen bei dem Echelle-Gitter senkrecht auf die Gitterflächen treffen und in hohem Einfallswinkel mit kleinem Strahldurchmesser eine große Gitterlänge ausleuchten.

- 5 Die für die Zuordnung der Meßwellenlänge maßgebliche Winkelposition des dispergierenden Gitters wird durch eine Hilfseinrichtung nach Fig. 4 bestimmt.

Für ein allgemeines Gitter gilt die Grundgleichung

$$m\lambda = d (\sin \alpha + \sin \beta), \quad (I)$$

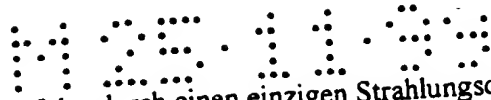
- wobei m die Ordnung, d der Linienabstand und α , β die Ein- bzw. Ausfallwinkel bezeichnen. Da
10 bei einem Gitter in Littrow-Anordnung Ein- und Ausfallwinkel nahezu identisch sind, ergibt sich bei der Aufstellung nach Fastie die Vereinfachung:

$$m\lambda = 2 d \sin \alpha. \quad (II)$$

- Bei der Aufstellung nach Ebert gilt die Grundgleichung (I). Die Strahlenführung wird dabei so ausgelegt, daß ein möglichst symmetrischer Strahlengang bezüglich des Hohlspiegels vorliegt.
15 Da auch hier der Ein- bzw. Ausfallwinkel nahezu gleich sind, ist auch die Winkeldispersion in ähnlicher Größe wie bei der Aufstellung nach Fastie. Durch den mehrfachen, hier z. B. vierfachen Durchgang der Strahlung durch das dispersive Element vervierfacht sich auch die Gesamtdispersion und damit die Auflösung des Gerätes.

- Der symmetrische Strahlengang bezüglich des abbildenden Hohlspiegels bewirkt wegen der
20 Nutzung symmetrisch liegender Spiegelbereiche eine weitgehende Kompensation der Abbildungsfehler, insbesondere des Astigmatismus, der zu einer erheblichen Verschlechterung der Auflösung führen würde.

- Durch ein dielektrisches optisches Vorfilter im Mehrfachstrahlengang als Bandpaß werden Wellenlängen außerhalb des DWDM-Bereiches unterdrückt. Das Filter wird dann z.B. nur von
25 dem ca. 100 nm breite DWDM-Bereich passiert.



Die Detektion des gesamten Spektrums erfolgt durch einen einzigen Strahlungsdetektor, die Einstellung der zu detektierenden Wellenlänge erfolgt durch Verdrehen des Gitters um seine Hochachse, wobei dies sowohl durch einen motorischen Antrieb, als auch durch die Ausbildung als schwingfähige Feder-Masse-Anordnung mit Torsionsfedern erfolgen kann.

- 5 Desweiteren wird die Position des Gitters mit sehr hoher Präzision durch einen Hilfs laser erfaßt. Der fokussierte Strahl des Hilfs lasers wird auf eine mit dem Gitter starr verbundene reflek tierende Fläche gerichtet und der reflektierte Strahl einem Positionssensor mit einem Inkremen talmaßstab zugeleitet.

In Fig. 2 ist beispielhaft eine entsprechende Anordnung dargestellt. Das zu untersuchende Licht gelangt durch die Eintrittsöffnung, die als Fasereingang (11) ausgebildet ist, in das System. Der divergente Strahlengang wird durch den Kollimator und Kameraspiegel (12) zu einem parallelen Bündel geformt und näherungsweise unter dem Blazewinkel auf das Gitter (23) geleitet. Das gebeugte Bündel gelangt wieder zum Kollimator und Kameraspiegel (12), wird durch diesen fokussiert und gelangt auf die Spiegel (13) und (14), wird dort in der Weise umgelenkt, daß das nun wieder divergente Bündel achsenparallel zum Kollimator und Kameraspiegel (12) geführt wird. Von dort trifft das Parallelbündel wieder das Gitter (23), wird wiederum gebeugt und trifft den Kollimator und Kameraspiegel (12). Von dort wird nun der Strahl zum Spiegel (15), (16), (17) und (18) gelenkt. Nunmehr hat der Strahl eine Position oberhalb der optischen Achse erreicht und trifft wieder den Kollimator und Kameraspiegel (12), gelangt von dort wieder zum Gitter (23) und über den Kollimator und Kameraspiegel (12) ein weiteres Mal auf das Gitter (23). Von dort gelangt der noch stärker dispergierte Strahl wieder zum Kollimator und Kamera spiegel (12) und wird von dort zum Spiegel (19) und (20) geführt, trifft dann wieder den Kollimator und Kameraspiegel (12), dann das Gitter (23) und dann letztmalig den Kollimator und Kameraspiegel (12). Der fokussierte und vierfach dispergierte Strahl gelangt dann zum Signal ausgang (21). Alle Strahlen, die mehrfach auf das Gitter (23) gelangen und von dort wieder zum Kollimator und Kameraspiegel (12) geführt werden, müssen das dielektrische Bandpassfilter (22) passieren und werden dort auf das Nutzfrequenzband beschnitten.

In Fig. 4 ist beispielhaft die Anordnung der Positionserfassung dargestellt. Das Licht eines Hilfs lasers (41) wird durch die Optik (42) auf den Inkrementalmaßstab (45) fokussiert. Die Drehung des Gitters (43) und die damit verbundene Drehung des mit dem Gitter starr verbundenen Spiegels (44) bewirkt eine Auslenkung des Laserstrahles über den Inkrementalmaßstab (45).



Die Beeinflussung der Laserintensität durch den Inkrementalmaßstab wird durch den nachgeordneten Detektor (46) erfaßt und der Auswertung zugänglich gemacht.

Anordnung 2:

Die neuartige Anordnung 2, eine vollständig elektronische Lösung in Form eines optoelektronischen Kreuzkorrelators, verwendet an sich bekannte Verfahren der Hochfrequenztechnik. Hier werden allerdings zwei optische Signale miteinander gemischt, ohne vorher eine Umsetzung in elektrische Signale vorzunehmen. Diese beiden Signale sind einmal das zu untersuchende Meßlicht und andererseits das aus einem durchstimmbaren Laser stammende Referenzlicht. Beim Durchstimmen des Referenzoszillators (Laser) entsteht eine Schwebungsfrequenz, die bei Annäherung an die Meßlichtfrequenz immer niederfrequenter wird und bei Frequenzgleichheit gegen Null geht. Dies ermöglicht die Verwendung von für den Niederfrequenzbereich vorgesehenen Bauelementen und somit auch für den Mischerausgang einen hochohmigen Lastwiderstand. Dies führt zu einer erheblichen Verbesserung der Nachweisesempfindlichkeit. Während die von der optischen Überlagerungstechnik her bekannten Lösungen üblicherweise mit einem Lastwiderstand von 50 Ohm arbeiten, läßt diese Anordnung Widerstände von einigen Kiloohm zu. Der zu verarbeitende Frequenzbereich erstreckt sich dabei von einer frei zu wählenden Anfangsfrequenz, die zweckmäßigerweise oberhalb störender Netzfrequenzkomponenten liegt bis zu einer oberen Frequenzgrenze, die die Integrationsbandbreite bestimmt. Diese Frequenz ist zweckmäßigerweise unwesentlich niedriger als die spektrale Breite des als Überlagerungoszillator fungierenden durchstimmbaren Lasers. Der Vorteil einer solchen Anordnung besteht in der kompakten Ausführung, dem Fehlen beweglicher Teile, einer rein elektronischen Lösung unter Verwendung für den NF-Bereich geeigneter Bauelemente, nur durch die Abstimmungsgeschwindigkeit des Referenzoszillators begrenzten Meßrate und einer hohen Empfindlichkeit bei fast beliebig kleiner Auswertebandbreite.

Die beiden Lichtsignale werden durch die folgenden Beziehungen beschrieben:

$$E_M = E_M \left[i \int_0^t \omega \, t \, dt \right] e_M$$

$$E_R = E_R \left[i \int_0^t \Omega \, t \, dt \right] e_R$$

Daraus ergibt sich der Photostrom:

$$\begin{aligned}
 I &= | \mathbf{E}_M + \mathbf{E}_R |^2 \\
 &= \mathbf{E}_M^* \mathbf{E}_M + \mathbf{E}_R^* \mathbf{E}_R + 2 \operatorname{Re} \{ \mathbf{E}_M^* \mathbf{E}_R \} \\
 &= E_M^2 + E_R^2 + 2 E_M E_R \cos \left[\int_0^t (\omega - \Omega) t \, dt \right]
 \end{aligned}$$

- 5 Es ist erkennbar, daß der letzte Term einen zeitlich veränderlichen Strom beschreibt, der von den Amplituden beider Strahlungen und der Differenz der Lichtfrequenzen abhängt. Bei Annäherung der Frequenzen entsteht ein niederfrequentes Signal mit der Maximalamplitude $I_{\max} = 2 E_M E_R$.

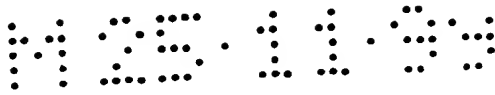
- Außerdem geht die Polarisationsrichtung beider Lichtquellen ein. Um diese Abhängigkeit auszuschalten, kann einerseits der Referenzlichtlaser oder die Meßlichtquelle in seiner Polarisationsrichtung statistisch veränderlich gemacht werden, oder es werden z.B. als Referenzlichtquelle zwei orthogonal polarisierte Strahlen zur Verfügung gestellt und die optische Mischung erfolgt in zwei getrennten Detektoren mit nachträglicher Verknüpfung in dem Signalprozessor. Als weitere Lösung kann z.B. der Referenzlaser zeitsequentiell in der Polarisationsene umgeschaltet werden und die nacheinander folgenden Messungen werden in dem Signalprozessor miteinander verknüpft.

- In Fig. 3 wird die Anordnung 2 beispielhaft dargestellt. Die zu messende Strahlung gelangt über den Fasereingang (31) als Meßstrahl (39) auf den Detektor (32). Gleichzeitig wird der Referenzstrahl (40) zum Detektor (32) geführt. Die aus den optischen Signalen entstehenden elektrischen Mischprodukte gelangen über das Tiefpassfilter (33) zum Gleichrichter (34) und weiter zum digitalen Signalprozessor (35), der die Auswertung der Signale vornimmt, die Anzeigeeinheit (36) ansteuert und den Referenzlaser-Controller (37) mit dem abstimmbaren Laser (38) bedient.

- Zur Kalibrierung der Wellenlängenzuordnung in beiden Systemen ist die Bereitstellung von Wellenlängenreferenzen erforderlich.



Dazu eignen sich bekannte Anordnungen wie z.B. Absorptionszellen, die Gase mit charakteristischen Absorptionslinien im erforderlichen Wellenlängenbereich enthalten. Wird eine solche Zelle in den Strahlengang des Spektrometers gebracht und das System breitbandig beleuchtet, so entstehen charakteristische Signalverläufe, mit denen eine genaue Wellenlängen-
5 zuordnung ermöglicht wird. Für die Anordnung 2 wird z.B. ein Teil des Lichtes des durchstimm-
baren Referenzlichtlasers zu einem Interferometer geführt, welches zusätzlich mit einer hoch-
genauen Lichtquelle versehen ist und in dem die beim Durchstimmen des Referenzlichtlasers
entstehenden zeitlich veränderlichen Interferenzsignale der Zuordnung der momentan vorhan-
denen Wellenlänge dienen.



Patentansprüche

1. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß entweder ein schmalbandiges und durchstimmbares Bandpaßfilter für den WDM-Bereich durch eine Anordnung mit einem Gitter in Littrow-Anordnung mit mehrfachem Strahldurchgang oder eine rein elektronische, auf dem Prinzip der optoelektronischen Mischung in Form eines Kreuzkorrelators realisiert wird.
2. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß das Gitter in Littrow-Anordnung sowohl in Ebert'scher Aufstellung, als auch in Aufstellung nach Fastie für den Mehrfachdurchgang angeordnet ist.
3. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß durch Verwendung eines Gitters mit ruled-grating ein nahezu senkrechter Einfall auf das Gitter realisiert wird, um polarisationsabhängige Reflexionen zu vermeiden.
4. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß ein dielektrisches Vorfilter zur Unterdrückung von Wellenlängen außerhalb des Meßbereiches eingesetzt wird, welches aufgrund des mehrfachen Durchlaufens seine wirksame Güte vervielfacht.
5. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl eine Drehbewegung des Gitters, als auch eine periodisch oszillierende Bewegung des Gitters zur Wellenlängeneinstellung verwendet wird.
6. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß die Kombination eines bewegten Gitters mit einem optischen Winkelsensor verwendet wird.



7. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß durch Einsatz eines Hilfslasers eine Abtastung des drehenden Objekts zur Gewinnung eines Synchronsignals zur Wellenlängenzuordnung des Ausgangssignals der Anordnung gewonnen wird.
- 5 8. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewinnung eines Positionssignals des drehenden Objektes durch einen Positionssensor realisiert wird, der zum Beispiel aus einer linienförmigen Photodiode und einem davor angebrachten Inkrementalmaßstab besteht.
9. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung des Prinzips der optoelektronischen Mischung die Gewinnung des Meßsignals durch Mischung zweier optischer Signale in einem nichtlinearen optoelektronischem Bauelement erfolgt.
10. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung des Prinzips der optoelektronischen Mischung das nichtlineare optoelektronische Bauelement eine Photodiode ist.
- 15 11. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung des Prinzips der optoelektronischen Mischung die Zusammenführung der optischen Signale durch direkte Einstrahlung beider Lichtquellen auf eine Photodiode erfolgt.
- 20 12. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung des Prinzips der optoelektronischen Mischung die Zusammenführung der optischen Signale durch einen bulk oder faseroptischen Y-Koppler erfolgt.
- 25 13. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung des Prinzips der optoelektronischen Mischung das elektronische Mischsignal im NF-Frequenzband liegt.



14. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung des Prinzips der optoelektronischen Mischung das NF-Nutzsignal in einem Signalprozessor weiterverarbeitet, gleichgerichtet und weiter ausgewertet wird.
- 5 15. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung des Prinzips der optoelektronischen Mischung die Erzeugung der Referenzstrahlung durch einen durchstimmbaren Laser, z.B. Diodenlaser oder Faserlaser erfolgt
16. Anordnung zur Überwachung der Performance von DWDM Mehrwellenlängen-Systemen, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung des Prinzips der optoelektronischen Mischung zum Beispiel die Erzeugung der Referenzstrahlung durch einen in Schritten umschaltbaren und innerhalb der Teilbereiche fein durchstimmbaren Laser erfolgt.

25.11.99

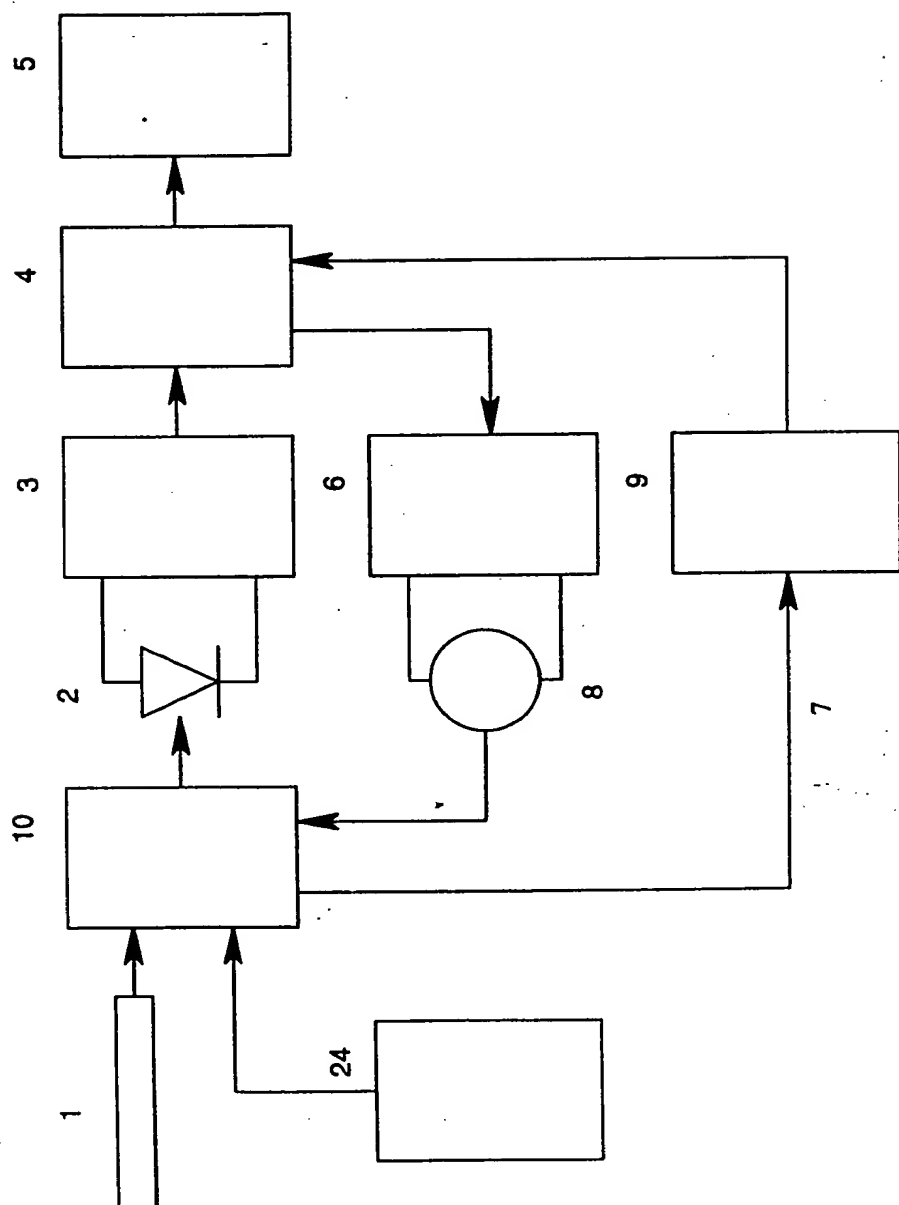


Fig. 1

425.11.93

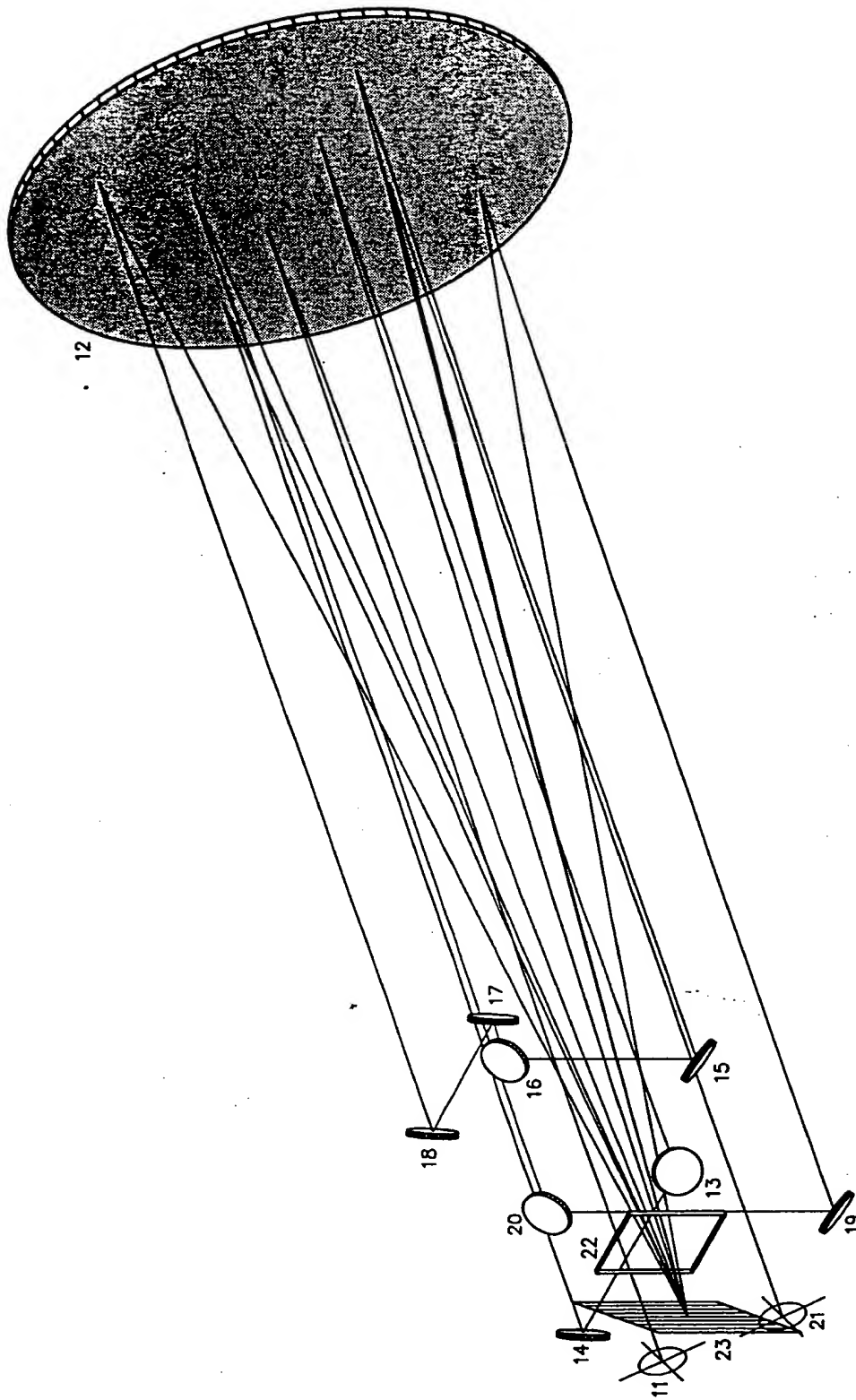


Fig. 2

425.1199

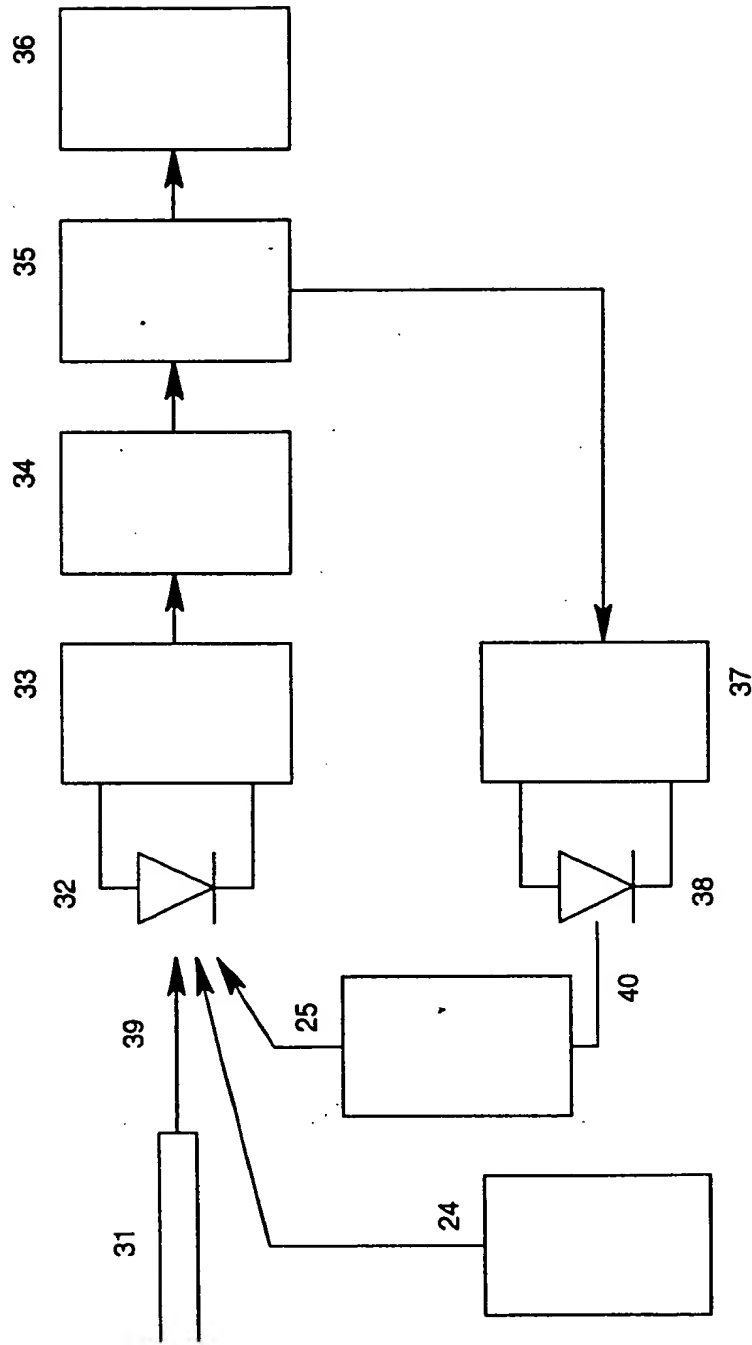


Fig. 3

431199

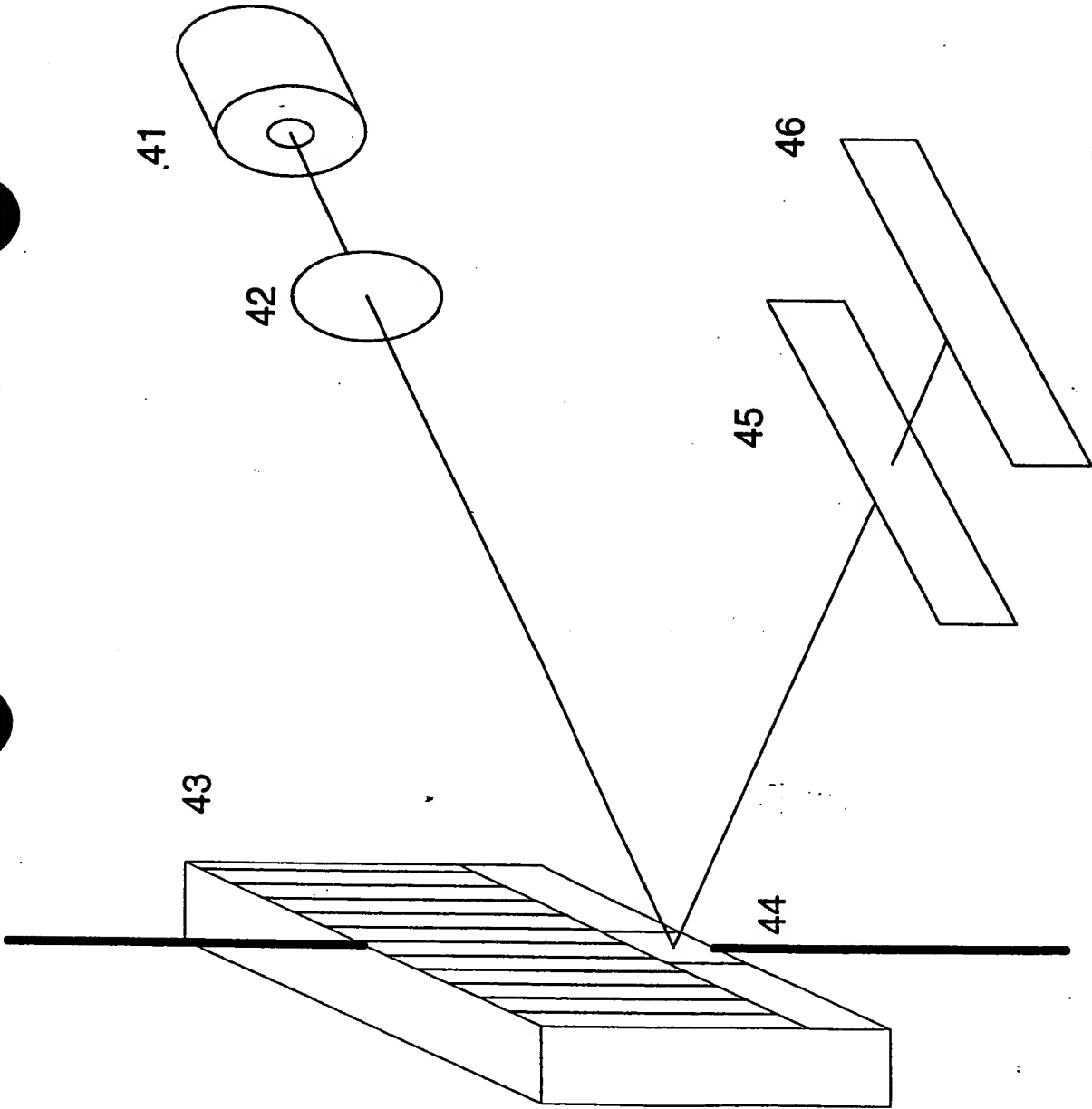


Fig. 4

Legende zu Fig. 1

- 1 Fasereingang
- 2 Detektor
- 3 Tiefpassfilter
- 4 Digitaler Signalprozessor
- 5 Anzeigeeinheit
- 6 Antriebssteuerung
- 7 Positionssignal
- 8 Gitterantrieb
- 9 Referenzeinheit
- 10 Optikeinheit
- 24 Wellenlängenkalibrierung

Legende zu Fig. 2

- 11 Fasereingang
- 12 Kollimator und Kameraspiegel
- 13 Planspiegel
- 14 Planspiegel
- 15 Planspiegel
- 16 Planspiegel
- 17 Planspiegel
- 18 Planspiegel
- 19 Planspiegel
- 20 Planspiegel
- 21 Signalausgang
- 22 Dielektrisches Bandpassfilter
- 23 Gitter

Legende zu Fig. 3

- 31 Fasereingang
- 32 Detektor
- 33 Tiefpassfilter
- 45 Gleichrichter
- 35 Digitaler Signalprozessor
- 36 Anzeigeeinheit
- 37 Referenzlaser-Controller
- 38 Abstimmbarer Laser
- 39 Meßstrahl
- 40 Referenzstrahl
- 24 Wellenlängenkalibrierung
- 25 Polarisationsseinheit

Legende zu Fig. 4

- 41 Hilfslaser
- 42 Optik
- 43 Gitter
- 44 Spiegel
- 45 Inkrementalmaßstab
- 46 Detektor

Zusammenfassung

425.11.99

Die Erfindung betrifft Anordnungen und Verfahren zur Überwachung aller charakteristischen Parameter eines DWDM-Übertragungssystems.

Erfindungsgemäß wird dies durch zwei vorgeschlagene Anordnungen realisiert. Zum einen wird dies durch ein spezielles Gitter-Spektrometer mit hoher Auflösung und schneller Abtastung der Meßwerte erreicht, zum anderen wird dies durch die Entwicklung eines optoelektronischen Kreuzkorrelators als eine rein elektronische Lösung realisiert.

Das Gitter-Spektrometer ist eine spezielle Anordnung in einer gemischten Aufstellung nach Ebert bzw. Fastie, in dem das Gitter vierfach vom zu messenden Licht durchlaufen wird.

Der optoelektronische Kreuzkorrelator mischt des Meßlicht mit einem abstimmbaren Referenzlicht auf ein elektrisches Niederfrequenzsignal, welches hochohmig ausgewertet wird.